

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 42 218.4

Anmeldetag: 12. September 2002

Anmelder/Inhaber: Infineon Technologies AG, München/DE

Bezeichnung: Verfahren zur Ansteuerung eines Schalters in einem freischwingenden Schaltnetzteil und Ansteuerschaltung für einen Schalter in einem freischwingenden Schaltnetzteil

IPC: H 02 M 3/335

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 31. Juli 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Klostermeyer

Docket No.: WMP-IFT-956

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : MARTIN FELDTKELLER
Filed : CONCURRENTLY HEREWITH
Title : METHOD FOR OPERATING A SWITCH IN A FREE-RUNNING
SWITCH MODE POWER SUPPLY, AND A DRIVE CIRCUIT FOR
A SWITCH IN A FREE-RUNNING SWITCH MODE POWER
SUPPLY

CLAIM FOR PRIORITY

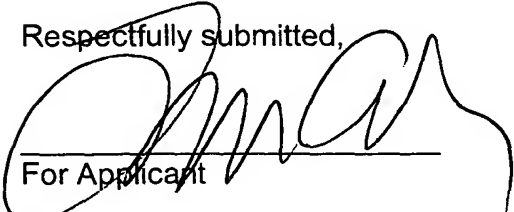
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Claim is hereby made for a right of priority under Title 35, U.S. Code, Section 119,
based upon the German Patent Application 102 42 218.4, filed September 12, 2002.

A certified copy of the above-mentioned foreign patent application is being submitted
herewith.

Respectfully submitted,


For Applicant

LAURENCE A. GREENBERG
REG. NO. 29,308

Date: September 12, 2003

Lerner and Greenberg, P.A.
Post Office Box 2480
Hollywood, FL 33022-2480
Tel: (954) 925-1100
Fax: (954) 925-1101

/kf

Beschreibung

Verfahren zur Ansteuerung eines Schalters in einem freischwingenden Schaltnetzteil und Ansteuerschaltung für einen
5 Schalter in einem freischwingenden Schaltnetzteil

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ansteuerung eines Schalters in einem freischwingenden bzw. quasiresonanten Schaltnetzteil gemäß den Merkmalen des Oberbegriffs
10 des Anspruchs 1 sowie eine Ansteuerschaltung zur Ansteuerung eines Schalters in einem freischwingenden Schaltnetzteil gemäß den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 13.

Freischwingende Schaltnetzteile sind zur Gleichspannungsversorgung von Verbrauchern, wie beispielsweise Computern, Moni-
15 toren, Fernsehgeräten oder dergleichen hinlänglich bekannt. Der grundsätzliche Aufbau und die Funktionsweise solcher Schaltnetzteile ist beispielsweise in der DE 197 32 169 A1 beschrieben. Zur Ansteuerung des in solchen Netzteilen vor-
20 handenen, die Leistungsaufnahme regelnden Schalters werden üblicherweise integrierte Schaltungen eingesetzt, wie beispielsweise Ansteuerbausteine des Typs TDA 4605 oder TDA 16846, die von der Anmelderin erhältlich sind.

Zum besseren Verständnis der nachfolgend erläuterten Erfindung werden zunächst der grundsätzliche Aufbau und die grundsätzliche Funktionsweise eines herkömmlichen freischwingenden Sperrwandlerschaltnetzteils anhand der Figuren 1 und 2 erläutert.

Das Schaltnetzteil umfasst Eingangsklemmen EK1, EK2 zum Anlegen einer gleichgerichteten Eingangsspannung U_{in} , und Ausgangsklemmen AK1, AK2 zum Bereitstellen einer Ausgangsspannung U_{out} für eine Last. Zur Wandlung der Eingangsspannung
30 U_{in} in die Ausgangsspannung U_{out} ist ein Transformator Tr vorgesehen, dessen Primärspule L_p in Reihe zu einem Halbleiterschalter T1, zwischen die Eingangsklemmen EK1, EK2 ge-

schaltet ist und dessen Sekundärspule L_s über eine Gleichrichteranordnung GL an die Ausgangsklemmen AK1, AK2 angeschlossen ist. Bei einem solchen Sperrwandlerschaltnetzteil nimmt die Primärspule L_p Energie von der Eingangsspannung U_{in} auf während der Schalter geschlossen ist und gibt diese Energie bei anschließend geöffnetem Schalter T1 über die Sekundärspule L_s und die Gleichrichteranordnung GL an die Last ab.

Aufgabe derartiger Netzteile ist es, die Ausgangsspannung U_{out} weitgehend unabhängig von Schwankungen der Leistungsaufnahme der Last konstant zu halten. Zur Regelung der Ausgangsspannung bzw. der Leistungsaufnahme des Schaltnetzteils ist eine Regelschleife vorhanden, in der ein aus der Ausgangsspannung U_{out} abgeleitetes, die Leistungsaufnahme des Schaltnetzteils bestimmendes Regelsignal RS vorliegt. Dieses Regelsignal RS ist einer Ansteuerschaltung IC zugeführt, die ein Ansteuersignal AS zur getakteten Ansteuerung des Schalters bereitstellt.

Das Ansteuersignal umfasst eine Folge von Ansteuerimpulsen, wobei die Zeitdauer der einzelnen Ansteuerimpulse, also die Einschaltdauer des Schalters, von dem Regelsignal abhängig ist und mit zunehmendem Leistungsbedarf der Last ansteigt, um die Ausgangsspannung U_{out} konstant zu halten. Die Zeitpunkte, zu denen der Schalter T1 bei einem freischwingenden/quasiresonanten Schaltnetzteil geschlossen wird, sind vorgegeben durch Zeitpunkte, zu denen die Primärspule L_p die zuvor gespeicherte Energie an die Sekundärseite L_s abgegeben hat und somit entmagnetisiert ist. Solche Magnetisierungszustände der Primärspule werden durch eine mit der Primärspule gekoppelte Hilfsspule L_h erfasst, die ebenfalls an die Ansteuerschaltung IC angeschlossen ist.

Figur 2 zeigt beispielhaft den zeitlichen Verlauf eines Ansteuersignals AS, der Leistungsaufnahme P_{in} und der Magnetisierung M der Primärspule L_p , wobei diese Signalverläufe jeweils im linken Teil für einen ersten Wert des Regelsignals

RS und im rechten Teil für einen zweiten Wert des Regelsignals RS dargestellt ist. Aus dem ersten Regelsignalwert RS resultieren Einschalt Dauern der Länge $ton1$ und aus dem zweiten Regelsignalwert resultieren Einschalt Dauern der Länge $ton2$.

Nach dem Schließen des Schalters $T1$ steigt ein Eingangsstrom I_{in} jeweils linear ausgehend von Null an. Die Leistungsaufnahme P_{in} ist bei konstanter Eingangsspannung U_{in} proportional zu der Stromaufnahme und besitzt den dargestellten rampenförmigen Verlauf. Entsprechend steigt die Magnetisierung M nach dem Einschalten linear an und sinkt nach dem Abschalten während der Zeitdauern $toff1$, $toff2$ wieder linear ab, wobei der Schalter $T1$ wieder eingeschaltet wird, wenn die Magnetisierung auf Null abgenommen hat. Die Entmagnetisierungszeit ist dabei proportional zu der Magnetisierungszeit.

Ein Ansteuerzyklus T , T' ist bestimmt durch die Zeitdauer zwischen dem Beginn zweier aufeinanderfolgender Einschaltimpulse. Die durch das Netzteil aufgenommene Energie ist proportional zu der Fläche unter der Kurve für die Leistungsaufnahme P_{in} und proportional zu der Fläche unter der Kurve für die Magnetisierung M . Die mittlere aufgenommene Leistung ergibt sich aus der pro Ansteuerzyklus aufgenommenen Energie. Diese mittlere Leistung ist unter der Annahme, dass die Eingangsspannung U_{in} für wenigstens einige Ansteuerzyklen konstant ist, proportional zu der Einschaltdauer $ton1$, $ton2$ und damit proportional zu dem Regelsignal RS.

Anders als bei festgetakteten Schaltnetzteilen ändert sich bei freischwingenden/quasiresonanten Schaltnetzteilen die momentane Schaltfrequenz mit der Leistungsaufnahme der Last, wobei die Information über diese Leistungsaufnahme über das Regelsignal an die Ansteuerschaltung des Schalters zurückgekoppelt wird. Freischwingende Schaltnetzteile werden deshalb insbesondere in Fernsehgeräten gerne verwendet, wo aufgrund der ständig wechselnden Bildinformation und der Dynamik des

Tonsignals die Last sich ständig ändert, so dass sich auch die Schaltfrequenz des Netzteiles ständig ändert und sich elektromagnetische Störungen des Schaltnetzteiles auf schmalbandige Empfangsschaltungen, wie beispielsweise Tuner etc.,
5 jeweils nur für sehr kurze Zeit auswirken und nicht zu Bildstörungen führen.

Ein weiterer Vorteil freischwingender Sperrwandler-Schaltnetzteile ist deren hoher Wirkungsgrad. Sie werden deshalb zunehmend für kompakte Netzteile in geschlossenen Kunststoffgehäusen verwendet, weil die bei derartigen Gehäusen zulässige Wärmeabgabe stark begrenzt ist. Bei Verbrauchern wie beispielsweise Notebooks, Flachbildbildschirmen, Ladegeräten und elektronischen Musikinstrumenten kann die Leistungsaufnahme über einen längeren Zeitraum konstant bleiben, woraus
15 folgt, dass auch die Betriebsfrequenz des Schaltnetzteils über einen längeren Zeitraum entsprechend konstant bleibt. Hieraus können hohe Pegelspitzen bei bestimmten Frequenzen resultieren, die zusätzliche Entstörfilter erfordern, um die
20 zulässigen Werte für die elektromagnetische Störabstrahlung nicht zu überschreiten.

Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zur Ansteuerung eines die Leistungsaufnahme regelnden Schalters in einem freischwingenden Schaltnetzteil sowie eine Ansteuerschaltung für einen die Leistungsaufnahme regelnden Schalter in einem freischwingenden Schaltnetzteil zur Verfügung zu stellen, wobei auch dann, wenn die Leistungsaufnahme einer an das Netzteil angeschlossenen Last für einen längeren Zeitraum
30 konstant bleibt, die Auswirkungen einer elektromagnetischen Störabstrahlung reduziert sind, ohne dass hierfür aufwendige Abschirmmaßnahmen erforderlich sind.

Dieses Ziel wird durch ein Verfahren gemäß der Merkmale des
35 Anspruchs 1 und eine Ansteuerschaltung gemäß der Merkmale des Anspruchs 14 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Ansteuerung eines in Reihe zu einer Primärspule eines Transformators geschalteten Schalters in einem freischwingenden Schaltnetzteil, in dem
5 ein die Leistungsaufnahme bestimmendes Regelsignal zur Verfügung steht, ist vorgesehen, ein Modulationssignal bereitzustellen und ein Ansteuersignal für den Schalter derart zu erzeugen, dass das Ansteuersignal eine wiederkehrende Impulsfolge mit wenigstens einem ersten Einschaltimpuls einer ersten Impulsdauer und wenigstens einem zeitlich auf den wenigstens einen ersten Einschaltimpuls folgenden zweiten Einschaltimpuls einer zweiten Impulsdauer aufweist, wobei die
10 Impulsdauer wenigstens eines der Einschaltimpulse innerhalb eines durch das Regelsignal vorgegebenen Bereiches nach Maßgabe des Modulationssignals moduliert wird. Eine Gesamteinschaltdauer des wenigstens einen ersten Einschaltimpulses und des wenigstens einen zweiten Einschaltimpulses der wiederkehrenden Impulsfolge ist dabei abhängig von dem Regelsignal so gewählt, dass eine pro Impulsfolge über die Eingangsklemmen aufgenommene mittlere Leistung bei gleichbleibenden
15 Regelsignal wenigstens annäherungsweise konstant ist.

Wie eingangs erläutert wurde, ist bei einem freischwingenden Schaltnetzteil die pro Ansteuerzyklus, das heißt pro Ansteuerimpuls bzw. Einschaltimpuls aufgenommene Energie von der
20 Einschchaltdauer des Schalters abhängig. Während bei herkömmlichen freischwingenden Schaltnetzteilen bei konstanter Leistungsaufnahme ein Ansteuersignal mit periodisch wiederkehrenden Einschaltimpulsen derselben Impulsdauer erzeugt werden, umfasst bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ein Ansteuerzyklus
30 wenigstens zwei Einschaltimpulse, wobei sich die Impulsdauer eines der beiden Impulse nach Maßgabe des Modulationssignals auch bei gleichbleibendem Regelsignal von Ansteuerzyklus zu Ansteuerzyklus ändert und die Impulsdauer des anderen Einschaltimpulses so auf die modulierte Impulsdauer des
35 einen Impulses abgestimmt ist, dass die pro Ansteuerzyklus aufgenommene mittlere Leistung wenigstens annäherungsweise

konstant ist. Vorzugsweise sind die Einschalt Dauern des wenigstens einen ersten und zweiten Impulses so aufeinander abgestimmt, dass eine Schwankung der pro Ansteuerzyklus aufgenommenen mittleren Leistung pro Ansteuerzyklus um weniger als 1% gegenüber einer über mehrere Ansteuerzyklen ermittelten aufgenommenen mittleren Leistung schwankt.

Wegen der sich von Ansteuerzyklus zu Ansteuerzyklus ändernden Impulsdauer des ersten und zweiten Einschaltimpulses ändert sich bei dem erfindungsgemäßen Verfahren die Schaltfrequenz des in Reihe zu der Primärspule geschalteten Schalters in dem Schaltnetzteil von Ansteuerzyklus zu Ansteuerzyklus, wodurch elektromagnetische Störstrahlungen auch bei gleichbleibender Leistungsaufnahme über einen größeren Frequenzbereich verteilt sind, wodurch insbesondere Spitzen der Störabstrahlung in einem engen Frequenzband vermieden werden.

Bei einer Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, die Impulsdauer des wenigstens einen ersten Einschaltimpulses proportional zu dem Regelsignal und die Impulsdauer des wenigstens einen zweiten Einschaltimpulses proportional zu der ersten Impulsdauer zu wählen, wobei der Proportionalitätsfaktor, über welchen die zweite Impulsdauer von der ersten Impulsdauer abhängig ist, innerhalb vorgegebener Grenzen durch das Modulationssignal moduliert wird. Vorzugsweise ist der Proportionalitätsfaktor, über den die zweite Impulsdauer von der ersten Impulsdauer abhängig ist und der Bereich, innerhalb dessen dieser Proportionalitätsfaktor durch das Modulationssignal moduliert wird, so gewählt, dass die Energieaufnahme während des zweiten Einschaltimpulses kleiner als die Energieaufnahme während des ersten Einschaltimpulses ist. Die Impulsdauer des zweiten Einschaltimpulses kann dabei zur Variation der Schaltfrequenz moduliert werden, wobei sich die daraus ergebenden Schwankungen der Energieaufnahme während des zweiten Einschaltimpulses nur wenig auf die mittlere aufgenommene Leistung auswirken.

Vorzugsweise umfasst die Impulsfolge m erste Einschaltimpulse der ersten Impulsdauer und n zweite Einschaltimpulse der zweiten Impulsdauer, um über dieses Verhältnis m/n den Anteil der während der zweiten Einschaltimpulse aufgenommenen Energie an der während des gesamten Ansteuerzyklus aufgenommenen Energie einzustellen. Vorzugsweise beträgt $m=2$ und $n=1$.

Bei der Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens, bei dem zwei erste Einschaltimpulse und ein zweiter Einschaltimpuls vorhanden ist, beträgt der Proportionalitätsfaktor, über welchen die zweite Impulsdauer von der ersten Impulsdauer abhängig ist, vorzugsweise zwischen 0,3 und 0,5 und wird innerhalb dieses Bereiches durch das Modulationssignal variiert.

Das Modulationssignal, welches die Impulsdauer wenigstens eines der Einschaltimpulse der wiederkehrenden Impulsfolge innerhalb vorgegebener Grenzen moduliert, ist vorzugsweise ein zufälliges Signal oder ein pseudo-zufälliges Signal.

Die maximale Leistungsaufnahme eines freischwingenden Schaltnetztes ist durch die magnetische Sättigung des Transformators bestimmt. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird die maximale Leistungsaufnahme des Netztes geringer, da wegen der gewünschten zeitlichen Differenz zwischen der ersten und zweiten Impulsdauer, die für die Modulation der Schaltfrequenz erforderlich ist, die Sättigungsmagnetisierung zumindest bei einem Impuls der Impulsfolge eines Ansteuerzyklus nicht ausgenutzt wird. Zur Steigerung der maximalen Leistungsaufnahme ist bei einer Ausführungsform der Erfindung deshalb vorgesehen, den Bereich, innerhalb dessen die Einschaltdauer des wenigstens einen der Ansteuerimpulse der wiederkehrenden Impulsfolge, dessen Impulsdauer durch das Modulationssignal moduliert wird, von der maximalen Magnetisierung der Primärspule pro Einschaltvorgang abhängig zu machen. Steigt diese maximale Magnetisierung pro Einschaltvorgang wegen eines erhöhten Leistungsbedarfes der Last, so wird dieser Modulationsbereich reduziert und geht gegen Null, wenn die

erforderliche Leistungsaufnahme so hoch ist, dass die maximale Magnetisierung (Sättigung) des Transformators erreicht wird. Bei der maximalen Leistungsaufnahme unterbleibt dann eine durch das Modulationssignal hervorgerufene Frequenzmodulation des Ansteuersignals.

Die erfindungsgemäße Ansteuerschaltung für einen in Reihe zu einer Primärspule eines Transformators geschalteten Schalter in einem freischwingenden Schaltnetzteil umfasst eine erste Eingangsklemme zur Zuführung eines die Leistungsaufnahme des Netzteils bestimmenden Regelsignals, eine zweite Eingangsklemme zur Zuführung eines vom Magnetisierungszustand der Primärspule abhängigen Magnetisierungssignals, eine Ausgangsklemme zur Bereitstellung eines Ansteuersignals, eine Signalerzeugungsschaltung, der das Magnetisierungssignal und ein von dem Regelsignal abhängiges Referenzsignal zugeführt sind und die ein eine Folge von Einschaltimpulsen umfassendes Ansteuersignal bereitstellt, wobei der Beginn eines Einschaltimpulses jeweils durch das Magnetisierungssignal und wobei die Impulsdauer eines Einschaltimpulses durch das Referenzsignal vorgegeben ist. Zur Bereitstellung des Referenzsignals steht eine Referenzsignalerzeugungsschaltung zur Verfügung, der das Regelsignal zugeführt ist und die einen Signalgenerator umfasst, der ein Modulationssignal bereitstellt. Die Referenzsignalerzeugungsschaltung umfasst weiterhin eine Bewertungsschaltung, der das Regelsignal und das Modulationssignal zugeführt sind und die ein nach Maßgabe des Modulationssignals bewertetes Regelsignal bereitstellt, sowie einen Umschalter, abhängig von dessen Schalterstellung das Regelsignal oder das bewertete Regelsignal der Signalerzeugungsschaltung als Referenzsignal zugeführt werden. Abhängig von der Schalterstellung des Umschalters in der Referenzsignalerzeugungsschaltung werden durch die Signalerzeugungsschaltung erste Einschaltimpuls bereitgestellt, deren erste Impulsdauer von dem Regelsignal abhängig ist, oder es werden zweite Einschaltimpulse bereitgestellt, deren zweite Impulsdauer von dem mittels des Modulationssignals bewerteten Regelsignals

abhängig ist. Das Modulationssignal bestimmt dabei den Proportionalitätsfaktor zwischen der zweiten Impulsdauer und der ersten Impulsdauer. Der Umschalter wird beispielsweise mittels eines Zählers angesteuert, der die Einschaltimpulse im Ansteuersignal zählt und der den Schalter periodisch umschaltet, um so eine Impulsfolge mit einem vorgegebenen Ablaufmuster an ersten Einschaltimpulsen und zweiten Einschaltimpulsen zu erzeugen. Bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist der Zähler so gestaltet, dass er den Schalter für jeweils zwei Einschaltimpulse in einer Schalterstellung belässt, bei welcher das Regelsignal der Signalerzeugungsschaltung zugeführt wird, um dadurch erste Ansteuerimpulse zu generieren, und dass anschließend für die Dauer eines Einschaltimpulses der Schalter in eine Schalterstellung gebracht wird, bei welcher das bewertete Regelsignal der Signalerzeugungsschaltung zugeführt wird, um dadurch einen zweiten Einschaltimpuls zu generieren.

Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend in Ausführungsbeispielen anhand von Figuren näher erläutert. In den Figuren zeigt

Figur 1 ein Schaltbild eines freischwingenden Schaltnetz-
teils nach dem Stand der Technik,

Figur 2 Zeitverläufe ausgewählter Signale bei einem freischwingenden Schaltnetzteil nach dem Stand der Technik,

Figur 3 zeitliche Verläufe eines eine wiederkehrende Impulsfolge mit einem ersten und einem zweiten Einschaltimpuls umfassenden Ansteuersignals und die aus diesem Ansteuersignal resultierende Magnetisierung der Primärspule eines Transformators in einem Schaltnetzteil für drei unterschiedliche Ansteuerzyklen,

Figur 4 graphische Darstellung der Schaltfrequenz des Ansteuersignals abhängig von der zeitlichen Differenz zwischen einer ersten Impulsdauer und einer zweiten Impulsdauer für ein Ansteuersignal gemäß Figur 3,

5

Figur 5 schematische Darstellung der Variation der ersten und zweiten Impulsdauer abhängig von dem Regelsignal,

10

Figur 6 schematische Darstellung einer Anordnung zur Ermittlung der ersten und zweiten Impulsdauer abhängig von dem Regelsignal und dem Modulationssignal,

15

Figur 7 zeitlicher Verlauf einer Impulsfolge mit zwei ersten Einschaltimpulsen einer ersten Impulsdauer und einem zweiten Einschaltimpuls einer zweiten Impulsdauer (Figur 7a) und zeitlicher Verlauf einer aus einer solchen Impulsfolge resultierenden Magnetisierung der Primärspule (Figur 7b),

20

Figur 8 ein Diagramm der aufgenommenen Leistung eines freischwingenden Schaltnetzteiles abhängig von der ersten Impulsdauer und der zweiten Impulsdauer bei einer Impulsfolge gemäß Figur 7a,

30

Figur 9 ein ausschnittsweises Schaltbild eines freischwingenden Schaltnetzteiles mit einer erfindungsgemäßen Ansteuerschaltung zur Erzeugung eines Ansteuersignals für einen in Reihe zu einem Transformator geschalteten Schalter in dem Netzteil,

Figur 10 zeitliche Zusammenhänge bei der Erzeugung eines Einschaltimpulses.

35

In den Figuren bezeichnen, sofern nicht anders angegeben, gleiche Bezugszeichen gleiche Bauelemente und Signale

mit gleicher Bedeutung. Bezüglich des grundsätzlichen Aufbaus eines freischwingenden Schaltnetzteiles wird für die folgende Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahrens und einer erfindungsgemäßen Ansteuerschaltung auf Figur 1, einschließlich
5 der darin verwendeten Bezugszeichen, Bezug genommen.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Ansteuerung eines in Reihe zu einer Primärspule eines Transformators geschalteten Schalters in einem freischwingenden Schaltnetzteil ist vorge-
10 sehen, den Schalter T1 mittels eines Ansteuersignals AS anzusteuern, das eine wiederkehrende Impulsfolge mit wenigstens einem ersten Einschaltimpuls einer ersten Impulsdauer und wenigstens einem zweiten Einschaltimpuls einer zweiten Impulsdauer umfasst, wobei wenigstens eine der Impulsdauern abhän-
15 gig von einem Modulationssignal moduliert wird.

Figur 3 zeigt zeitliche Verläufe eines Ansteuersignals AS, das eine wiederkehrende Impulsfolge mit einem ersten Einschaltimpuls und einem zweiten Einschaltimpuls aufweist, so-
20 wie eine aus diesen Impulsfolgen resultierende Magnetisierung M der Primärspule Lp. Figur 3 zeigt die Impulsfolge des Ansteuersignals für drei Ansteuerzyklen, wobei zur Verdeutlichung von Unterschieden die Impulsfolgen der einzelnen Ansteuerzyklen untereinander dargestellt sind. AS(1) bezeichnet die Impulsfolge während eines ersten Ansteuerzyklus, AS(2) die Impulsfolge während eines zweiten Ansteuerzyklus und AS(3) die Impulsfolge während eines dritten Ansteuerzyklus. Der Verlauf der Magnetisierung M und der Impulsfolge während des ersten Ansteuerzyklus sind in Figur 3 durchgezogen darge-
30 stellt, der Verlauf während des zweiten Ansteuerzyklus ist gestrichelt dargestellt und der Verlauf während des dritten Ansteuerzyklus ist strichpunktiert dargestellt. Die Ziffern (1), (2) und (3) dienen zur Unterscheidung der im Folgenden erläuterten Signale während der einzelnen Ansteuerzyklen.

35

Jede der Impulsfolgen umfasst in dem Beispiel einen ersten Einschaltimpuls P1 und einen zeitlich auf den ersten Ein-

schaltimpuls P1 folgenden zweiten Einschaltimpuls P2. Die Primärspule L_p wird während des jeweiligen Einschaltimpulses magnetisiert und anschließend entmagnetisiert, wobei die Entmagnetisierungsdauer proportional zu der Dauer des jeweiligen Einschaltimpulses ist. Als erste Impulsdauer T_1 wird im Folgenden die Dauer des Einschaltimpulses P1 plus der anschließenden Entmagnetisierungsdauer bezeichnet, und als zweite Impulsdauer T_2 wird im Folgenden die Dauer des zweiten Einschaltimpulses P2 plus der folgenden Entmagnetisierungsdauer bezeichnet. T_p bezeichnet die Periodendauer der Impulsfolge mit dem ersten Einschaltimpuls P1 und dem zweiten Einschaltimpuls P2 und resultiert im dargestellten Beispiel aus der ersten Impulsdauer T_1 plus der zweiten Impulsdauer T_2 .

Bei dem in Figur 3 dargestellten Ausführungsbeispiel wird die erste Impulsdauer T_1 nach Maßgabe eines Modulationssignals von Ansteuerzyklus zu Ansteuerzyklus innerhalb vorgegebener Grenzen moduliert. Die aufgrund des ersten Einschaltimpulses P1 aufgenommene Energie ist proportional zu der Fläche der dreieckförmig verlaufenden Magnetisierungskurve, wobei M_1 in Figur 3 den aus dem ersten Einschaltimpuls resultierenden Abschnitt der Magnetisierungskurve und M_2 den aus dem zweiten Einschaltimpuls P2 resultierenden Abschnitt der Magnetisierungskurve bezeichnet. Diese Energie, die dem Integral unter der Magnetisierungskurve entspricht, lässt sich ausdrücken gemäß:

$$W = \frac{1}{2} \cdot a \cdot T_1^2 + \frac{1}{2} \cdot a \cdot T_2^2 \quad (1)$$

wobei W die Energie, und a eine Konstante ist, die die Steigung der Magnetisierungskurve und schaltungstechnische Konstanten, wie beispielsweise die Induktivität des Transformators sowie die Eingangsspannung U_{in} berücksichtigt.

Für die pro Ansteuerzyklus aufgenommene mittlere Leistung P_m gilt:

$$P_m = W/T_p \quad (2)$$

wobei diese aufzunehmende mittlere Leistung durch die Leistungsaufnahme der Last gegeben ist und die Information über diese Leistungsaufnahme in dem Regelsignal RS enthalten ist. Die Zeitdauer T2 des zweiten Einschaltimpulses P2 ist bei dem erfindungsgemäßen Verfahren so auf die Zeitdauer T1 des ersten Einschaltimpulses P1 abgestimmt, dass bei gleichbleibendem Regelsignal RS die mittlere aufgenommene Leistung Pm konstant bleibt. Für jeden Wert der durch das Modulationssignal modulierten ersten Impulsdauer T1 lässt sich der Wert der zweiten Impulsdauer anhand der obigen Gleichungen (1) und (2) auf einfache Weise ermitteln. Die prinzipiellen Auswirkungen der Variation der ersten Impulsdauer T1 auf die zweite Impulsdauer T2 unter Beibehaltung der mittleren aufgenommenen Leistung Pm sind in Figur 3 dargestellt. Die durchgezogene Linie für die Magnetisierungskurve veranschaulicht einen ersten Einschaltzyklus mit einer ersten Impulsdauer T1(1) und einer zweiten Impulsdauer T2(1). Vergrößert sich die erste Impulsdauer modulationsbedingt, wie dies in dem gestrichelten Verlauf für den zweiten Ansteuerzyklus dargestellt ist, so vergrößert sich entsprechend die Energieaufnahme während des ersten Einschaltimpulses P1. Die zweite Impulsdauer T2 verringert sich entsprechend, um die während der Gesamtdauer Tp aufgenommene Leistung im Mittel konstant zu halten. Bei der Ermittlung der zweiten Impulsdauer T2 gemäß der Gleichungen (1) und (2) wird dabei berücksichtigt, dass eine Verringerung der zweiten Impulsdauer T2 die Energieaufnahme während des zweiten Einschaltimpulses P2 reduziert, dass hieraus jedoch auch eine Verringerung der Gesamtdauer Tp gegenüber dem durchgezogen dargestellten Fall um eine Zeitdauer $\Delta T(1)$ resultiert.

Verringert sich die erste Impulsdauer, wie dies durch die strichpunktierten Linien für den dritten Ansteuerzyklus dargestellt ist, so muss sich die zweite Impulsdauer vergrößern, um die insgesamt während der Periodendauer Tp(3) aufgenomme-

ne Energie konstant zu halten. Daraus resultiert in dem dargestellten Beispiel eine Verlängerung der Periodendauer $T_p(3)$ gegenüber der Periodendauer $T_p(1)$. Die Impulsdauern T_1 und T_2 sind in jedem Fall so aufeinander abgestimmt, dass die wäh-
rend der Periodendauer T_p aufgenommene Leistung im Mittel
konstant ist, wobei die Periodendauer in der erläuterten Weise
modulationsbedingt schwankt, wodurch ein frequenzmoduliertes
Ansteuersignal selbst bei gleichbleibendem Regelsignal
und damit gleichbleibender Leistungsaufnahme zu erreichen.

Figur 4 veranschaulicht Änderungen der Schaltfrequenz f bezogen auf eine normierte Differenz zwischen der ersten Impulsdauer T_1 und der zweiten Impulsdauer T_2 . Hieraus wird deutlich, dass sich durch Modulation der ersten Impulsdauer T_1 und einer daraus resultierenden Anpassung der zweiten Impulsdauer T_2 zur Aufrechterhaltung einer gleichbleibenden mittleren Leistungsaufnahme Frequenzvariationen der Schaltfrequenz des Ansteuersignals resultieren. Elektromagnetische Störabstrahlungen, die aus dem Ansteuersignal AS resultieren, werden bei dem erfindungsgemäßen Verfahren somit auch dann, wenn die Leistungsaufnahme der Last über eine längere Zeitdauer konstant bleibt, über einen vorgegebenen Frequenzbereich "verwischt".

Figur 5 zeigt grundsätzlich die Abhängigkeit der ersten Impulsdauer T_1 und der zweiten Impulsdauer T_2 vom Regelsignal RS beziehungsweise der von der Last aufgenommenen Leistung. Hieraus wird deutlich, dass die erste und zweite Impulsdauer T_1 , T_2 mit zunehmendem Regelsignal RS größer werden, um die Leistungsaufnahme zu steigern, wobei das Verhältnis der Impulsdauern T_1 , T_2 untereinander so ist, dass bei einer Verlängerung der ersten Impulsdauer T_1 die zweite Impulsdauer T_2 verringert wird, und umgekehrt, um die mittlere aufgenommene Leistung konstant zu behalten. ΔT bezeichnet in Figur 5 die Zeitdifferenz zwischen der ersten Impulsdauer T_1 und der zweiten Impulsdauer T_2 . Vorzugsweise reduziert sich diese zeitliche Differenz mit zunehmender Leistungsaufnahme und da-

mit größer werdendem Regelsignal RS, bis bei einer maximalen Leistungsaufnahme die erste und zweite Impulsdauer T1, T2 gleich groß sind, um die durch die Sättigung des Transformators begrenzte maximale Leistungsaufnahme des Netzteils aus-
5 nutzen zu können.

Die Leistungsaufnahme des Schaltnetzteiles wird bestimmt durch die erste Impulsdauer T1 und die zweite Impulsdauer T2, wobei wenigstens eine der Impulsdauern durch ein Modulations-
10 signal MS moduliert wird. Die aufzunehmende Leistung und damit die Gesamt-Einschaltdauer des Schalters pro Ansteuerzyklus sind durch das Regelsignal RS vorgegeben.

Figur 6 veranschaulicht eine Verarbeitungseinheit 10, der das
15 die Leistungsaufnahme bestimmende Regelsignal RS sowie ein die Impulsdauer wenigstens eines der Einschaltimpulse modulierendes Modulationssignal MS zugeführt sind, und die erste und zweite Impulsdauern T1, T2 aus dem Regelsignal RS und dem Modulationssignal MS ermittelt. Diese Verarbeitungseinheit 10
20 kann beispielsweise eine Nachschlagetabelle enthalten, in der für verschiedene Regelsignale und verschiedene Modulationssignale zwei zusammengehörige Wertepaare für die erste Impulsdauer T1 und die zweite Impulsdauer T2 enthalten sind. Die Verarbeitungseinheit 10 kann auch eine Berechnungseinheit umfassen, die zu einem vorgegebenen Regelsignal RS und einer durch das Modulationssignal MS vorgegebenen ersten Impulsdauer anhand der oben erläuterten Gleichungen (1) und (2) die
zweite Impulsdauer ermittelt.

30 Figur 7a veranschaulicht eine Impulsfolge, die zwei erste Einschaltimpulse P1 der Impulsdauer T1 und einen zweiten Einschaltimpuls P2 der Impulsdauer T2 umfasst. Figur 7b zeigt den Magnetisierungsverlauf der Primärspule Lp für eine solche Impulsfolge während eines Ansteuerzyklus. Die durch das frei-
35 schwingende Schaltnetzteil aufgenommene mittlere Leistung Pin ist abhängig von der ersten Impulsdauer T1 und der zweiten Impulsdauer T2 schematisch in Figur 8 dargestellt. Figur 8

zeigt eine Anzahl elliptischer Kurven, wobei die mittlere
aufgenommene Leistung auf jeder dieser Kurven konstant ist
und die Leistungsaufnahme mit zunehmender Entfernung der je-
weiligen Kurve vom Nullpunkt zunimmt. Aus den in Figur 8 dar-
5 gestellten Kurven wird deutlich, dass die erste und zweite
Impulsdauer T_1 , T_2 zur Erzielung einer vorgegebenen mittleren
Leistungsaufnahme in einem weiten Bereich schwanken können,
wobei anhand der Kurven zu jeder ersten Impulsdauer T_1 die
zugehörige zweite Impulsdauer T_2 ermittelt werden kann. Die
10 in Figur 8 dargestellte Kurve kann beispielsweise in Tabel-
lenform in einer Anordnung 10 gemäß Figur 6 abgespeichert
werden, um beispielsweise zu einer ersten Impulsdauer T_1 , die
beispielsweise durch ein Modulationssignal moduliert wird,
die zugehörige zweite Impulsdauer T_2 zu ermitteln.

15 Bei einer Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, die
erste Impulsdauer T_1 abhängig von dem Regelsignal RS und da-
mit angepasst an die Leistungsaufnahme der Last einzustellen,
und die zweite Impulsdauer T_2 proportional zu der ersten Im-
20 pulsdauer T_1 zu wählen, wobei dieser Proportionalitätsfaktor
abhängig von einem Modulationssignal innerhalb vorgegebener
Grenzen variiert, so dass die Gesamt-Einschaltdauer neben dem
Regelsignal RS auch von dem Modulationssignal MS abhängig
ist, um eine Frequenzmodulation des Ansteuersignals zu erhal-
ten.

Figur 8 zeigt ausgehend vom Nullpunkt drei radial verlaufende
Linien, wobei auf einer der Linien die Werte für die aufge-
nommene Leistung liegen, wenn die zweite Impulsdauer T_2 das
30 0,3-fache oder 30 % der ersten Impulsdauer T_1 , die zweite Im-
pulsdauer das 0,4-fache oder 40 % der ersten Impulsdauer T_1
und die zweite Impulsdauer T_2 das 0,5-fache oder 50 % der
ersten Impulsdauer T_1 beträgt. Betrachtet man die ellipti-
schen Leistungskurven in dem Bereich zwischen diesen Linien,
35 so fällt auf, dass die Leistungskurven in diesem Bereich an-
nähernd waagrecht verlaufen, das heißt, dass für einen vorge-
gebenen Wert der ersten Impulsdauer T_1 Schwankungen der zwei-

- ten Impulsdauer T2 innerhalb eines Bereiches, der zwischen 30% und 50 % der ersten Impulsdauer T1 liegt, keine nennenswerte Veränderung der mittleren Leistungsaufnahme mit sich bringt. Man macht sich dies bei der erwähnten Ausführungsform zu nutze, bei welcher die erste Impulsdauer T1 ausschließlich abhängig von dem Regelsignal RS und die zweite Impulsdauer T2 abhängig von der ersten Impulsdauer T1 und einem Modulationssignal eingestellt wird, wobei das Modulationssignal den Schwankungsbereich der zweiten Impulsdauer T2 bestimmt. Dieser Schwankungsbereich liegt bei einer Impulsfolge mit zwei ersten Einschaltimpulsen und einem zweiten Einschaltimpuls vorzugsweise in einem Bereich zwischen 30 % und 50 % der ersten Impulsdauer.
- 15 Die zeitliche Abfolge der ersten Einschaltimpulse P1 und des zweiten Einschaltimpulses P2 innerhalb der Impulsfolge kann selbstverständlich beliebig variieren und ist nicht auf die in Figur 7a dargestellte Abfolge beschränkt.
- 20 Selbstverständlich kann eine beliebige Anzahl von m-ersten Impulsen P1 und von n-zweiten Impulsen P2, die zeitlich wiederkehrenden Impulsfolgen bilden, wobei selbstverständlich für jede dieser Kombinationen andere Leistungskurven entstehen, aus denen sich andere Variationsbereiche ergeben, innerhalb derer die zweite Impulsdauer abhängig von der ersten Impulsdauer variiert werden kann, ohne die mittlere Leistungsaufnahme nennenswert zu variieren.
- Figur 9 zeigt eine Ansteuerschaltung 20 für einen in Reihe zu einer Primärspule Lp eines Transformators Tr in einem freischwingenden Schaltungsteil geschalteten Schalter T1, die ein Ansteuersignal AS mit einer wiederkehrenden, wenigstens einen ersten Einschaltimpuls und wenigstens einen zweiten Einschaltimpuls umfassenden Impulsfolge erzeugt. Die Impulsdauer eines der Impulse wird dabei abhängig von einem Regelsignal RS eingestellt, und die Impulsdauer des anderen Impulses ist

abhängig von der einen Impulsdauer und wird durch ein Modulationssignal MS moduliert.

Die Ansteuerschaltung 20 umfasst eine erste Anschlussklemme
5 K1, an der ein Regelsignal RS, das die Leistungsaufnahme des
Netzteils bestimmt, anliegt. Dieses Regelsignal RS wird in
hinlänglich bekannter Weise aus der Ausgangsspannung Uout er-
mittelt, wie beispielsweise oben zu Figur 1 erläutert wurde.
In dem Beispiel gemäß Figur 9 wird dieses Regelsignal RS
10 durch einen Regler RL bereitgestellt, dem eine Referenzspan-
nung Vref und ein von der Ausgangsspannung Uout abhängiges
Rückkopplungssignal FS zugeführt sind und der eine Differenz
zwischen dem Referenzsignal Vref und dem Rückkopplungssignal
FS ermittelt. Der Regler RL ist beispielsweise ein Proportio-
15 nal-Regler, ein Proportional-Integral-Regler oder ein Integ-
ral-Regler. Das Regelsignal RS ist in dem erläuterten Bei-
spiel umso größer, je größer die Leistungsaufnahme einer an
die Ausgangsklemmen AK1, AK2 angeschlossenen Last ist, wobei
diese Leistungsaufnahme anhand von Abweichungen der Ausgangs-
20 spannung Uout zu dem Referenzwert Vref ermittelt wird.

Die Ansteuerschaltung 20 umfasst eine zweite Eingangsklemme
K2, der ein Magnetisierungssignal S21 zugeführt ist. Dieses
Magnetisierungssignal wird mittels einer Hilfsspule Lh die an
die Primärspule Lp gekoppelt ist, und eines Komparators KMP
ermittelt, wobei dieser Komparator KMP die Spannung über der
Hilfsspule LH mit Bezugspotential, auf das auch die Eingangs-
spannung hin bezogen ist, vergleicht und eine steigende Flan-
ke des Magnetisierungssignals S21 erzeugt, wenn nach der Ent-
30 magnetisierung der Primärspule Lp die Spannung über der
Hilfsspule Lh auf Bezugspotential GND abgesunken ist.

Die Ansteuerschaltung 20 umfasst eine herkömmliche Signaler-
zeugungsschaltung mit einer Treiberschaltung 212, die das An-
35 steuersignal AS bereitstellt, einem RS-Flip-Flop 211 und ei-
nem Komparator 210. Dem Setz-Eingang S des Flip-Flops 211 ist
dabei das Magnetisierungssignal S21 zugeführt, wobei das

Flip-Flop 211 mit jeder steigenden Flanke dieses Magnetisierungssignals S21 gesetzt wird, um dadurch den in dem Beispiel als n-Kanal-MOSFET ausgebildeten Leistungstransistor T1 einzuschalten. Das Flip-Flop 211 wird nach Maßgabe eines Ausgangssignals des Komparators 210 zurückgesetzt, um den Transistor T1 auszuschalten. Dem Minus-Eingang des Komparators 210 ist zur Erzeugung dieses Rücksetz-Signals ein Referenzsignal S22 von einer noch zu erläuternden Referenzsignalerzeugungsschaltung 22 und ein Rampensignal S24 zugeführt. Dieses Rampensignal S24 ist proportional zu dem bei Schließen des Transistors T1 ebenfalls rampenförmigen Eingangsstrom I_{in} und steht in dem Ausführungsbeispiel als Spannung über einem in Reihe zu der Primärspule L_p geschalteten Widerstand R_s zur Verfügung. Das Rampensignal S24 beginnt mit dem Einschalten des Transistors T1 bei Null und steigt linear über der Zeit an, wobei das Flip-Flop 211 zurückgesetzt wird, um den Transistor T1 auszuschalten, wenn das Rampensignal S24 das Referenzsignal S22 übersteigt.

Figur 10 zeigt schematisch den Zusammenhang zwischen der Steigung des Rampensignals S24, der Amplitude des Referenzsignals S22 und der Einschaltdauer t_{on} des Transistors T1. Daraus wird deutlich, dass die Einschaltdauer t_{on} bei konstanter Steigung des Rampensignals S24 direkt proportional zu dem Referenzsignal S2 ist. Die Steigung des Rampensignals S24 ist wiederum von der Eingangsspannung U_{in} abhängig, die jedoch zumindest über eine Vielzahl von Ansteuerzyklen als konstant angenommen werden kann. Vergrößert sich die Eingangsspannung U_{in} , so verkleinert sich das Regelsignal RS, um dadurch die Leistungsaufnahme konstant zu halten.

Zur Bereitstellung des Referenzsignals S22 umfasst die Ansteuerschaltung 20 eine Referenzsignalerzeugungsschaltung 22 mit einem Signalgenerator 221, der ein Modulationssignal MS bereitstellt und einer Bewertungsschaltung 222. Die Referenzsignalerzeugungsschaltung 22 umfasst weiterhin einen Umschalter 223, der angesteuert durch eine Zählereinrichtung 220

entweder das Regelsignal RS oder ein von der Bewertungsschaltung 222 bereitgestelltes bewertetes Regelsignal S23 als Referenzsignal S22 bereitstellt. Die Bewertungsschaltung 222 umfasst einen Spannungsteiler 222, der das Regelsignal RS teilt und der einen Abgriff aufweist, an dem das bewertete Regelsignal S23 bereitsteht. Abhängig davon, ob das Regelsignal RS oder das Signal S23 als Referenzsignal S22 bei der Ermittlung der Einschaltdauer in der Signalerzeugungsschaltung 21 verwendet wird, werden am Ausgang der Signalerzeugungsschaltung Einschaltimpulse erzeugt, deren Dauer proportional zu dem Regelsignal RS ist, oder es werden Einschaltimpulse erzeugt, deren Dauer proportional zu dem bewerteten Signal S23 ist. Bei einem Signalverlauf mit zwei ersten Impulsen P1 und einem zweiten Impuls P2 wird der Variationsbereich, innerhalb dessen das Signal S22 nach Maßgabe des Modulations-
signals MS variieren kann, entsprechend der Darstellung in Figur 8 so erzeugt, dass das Signal S23 eine Amplitude aufweist, die zwischen 30% und 50% der Amplitude des Regelsignals RS entspricht. Die Zählerschaltung 220 ist in diesem Fall so ausgestaltet, dass sie den Umschalter 223 jeweils für die Dauer von zwei Einschaltimpulsen in einer Schalterstellung belässt, in welcher das Regelsignal RS als Referenzsignal S22 der Signalerzeugungsschaltung 21 zugeführt wird, um zwei erste Einschaltimpulse P1 mit einer von dem Regelsignal RS abhängigen Dauer zu erzeugen, und dass sie danach den Schalter 223 für die Dauer eines Einschaltimpulses in eine Schalterstellung bringt, bei welcher das bewertete Regelsignal S23 als Referenzsignal S22 der Signalerzeugungsschaltung 21 zugeführt wird, um einen zweiten Einschaltimpuls P2 zu erzeugen.

Bei anderen Impulsfolgen, bei denen eine andere Anzahl von ersten Impulsen verwendet wird und bei denen eine andere Anzahl von zweiten Impulsen verwendet wird, ist der Zähler 220 so ausgestaltet, dass der Umschalter 223 zur Erzielung der gewünschten Impulsfolge umgeschaltet wird.

Bezugszeichenliste

	20	Ansteuerschaltung
	21	Signalerzeugungsschaltung
5	210	Komparator
	211	RS-Flip-Flop
	212	Treiberschaltung
	22	Referenzsignalerzeugungsschaltung
	220	Zähler
10	221	Signalgenerator
	222	Bewertungsschaltung
	223	Umschalter
	AK1, AK2	Ausgangsklemmen
	AS	Ansteuersignal
15	C1	Kondensator
	D1	Diode
	EK1, EK2	Eingangsklemmen
	f	Frequenz
	FS	Rückkopplungssignal
20	GL	Gleichrichteranordnung
	GND	Bezugspotential
	IC	Ansteuerschaltung
	Iin	Eingangsstrom
	KMP	Komparator
5	LH	Hilfswicklung
	Lp	Primärspule
	Ls	Sekundärspule
	MS	Modulationssignal
	OK	Optokoppler
30	P1	erster Einschaltimpuls
	P2	zweiter Einschaltimpuls
	RL	Regler
	RS	Regelsignal
	Rs	Widerstand
35	S21	Magnetisierungssignal
	S22	Referenzsignals
	S23	bewertetes Regelsignal

	T1	erste Impulsdauer
	T1	Halbleiterschalter
	T2	zweite Impulsdauer
	Tp	Periodendauer
5	TR	Transformator
	Uin	Eingangsspannung
	Uout	Ausgangsspannung
	Vref	Referenzspannung

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ansteuerung eines in Reihe zu einer Primärspule (Lp) eines Transformators (Tr) geschalteten Schalters (T1) in einem freischwingenden Schaltnetzteil, wobei eine Eingangsspannung (Uin) über der Reihenschaltung mit der Primärspule (Lp) und dem Schalter (T1) anliegt, eine Sekundärspule (Ls) des Transformators (Tr) an Ausgangsklemmen (AK1, AK2) gekoppelt ist, an denen eine Ausgangsspannung (Uout) bereitsteht, ein die Leistungsaufnahme bestimmendes Regelsignal (RS) zur Verfügung steht und der Schalter (T1) jeweils eingeschaltet wird, wenn die Primärspule (Lp) einen vorgegebenen Magnetisierungszustand erreicht,

g e k e n n z e i c h n e t, durch

- Bereitstellen eines Modulationssignals (MS),

- Bereitstellen eines Ansteuersignals (AS) für den Schalter (T1) mit einer wiederkehrenden Impulsfolge, die wenigstens einen ersten Einschaltimpuls (P1) einer ersten Impulsdauer und wenigstens einen zweiten Einschaltimpuls (P2) einer zweiten Impulsdauer aufweist, wobei die Impulsdauer wenigstens eines der Einschaltimpulse (P1, P2) innerhalb eines durch das Regelsignal (RS) vorgegebenen Bereiches nach Maßgabe des Modulationssignals (MS) moduliert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem eine Gesamteinschaltdauer der Einschaltimpulse (P1, P2), die sich aus der Summe der Einschaltdauern aller Impulse der Impulsfolge ergibt, abhängig von dem Modulationssignal (MS) ist.

3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem die Abhängigkeiten der Einschaltdauern des wenigstens einen ersten und zweiten Einschaltimpulses (P1, P2) von dem Modulationssignal (MS) so gewählt sind, dass eine pro Impulsfolge über die Eingangsklemmen (EK1, EK2) aufgenommene mittlere Leistung bei gleichblei-

bendem Regelsignal (RS) wenigstens annäherungsweise konstant ist.

4. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem bei dem die Abhängig-
5 keiten der Einschaltdauern des wenigstens einen ersten und
zweiten Einschaltimpulses (P1, P2) von dem Modulationssignal
(MS) so gewählt sind, dass eine pro Impulsfolge über die Ein-
gangsklemmen (EK1, EK2) aufgenommene mittlere Leistung bei
gleichbleibendem Regelsignal Schwankungen von weniger als 1%
10 bezogen auf einen über mehrere Impulsfolgen gemittelten Mit-
telwert der mittleren Leistung unterliegt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem die
erste Impulsdauer des ersten Einschaltimpulses proportional
15 zu dem Regelsignal (RS) ist und die zweite Impulsdauer des
zweiten Einschaltimpulses proportional zu der ersten
Einschaltdauer ist, wobei ein Proportionalitätsfaktor über
der die zweite Impulsdauer von der ersten Impulsdauer
abhängig ist innerhalb vorgegebener Grenzen durch das
20 Modulationssignal (MS) moduliert wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, bei dem die Grenzen, innerhalb
derer die zweite Impulsdauer variiert, so gewählt sind, dass
die mittlere durch das Schaltnetzteil aufgenommene Leistung
bei gleichbleibendem Regelsignal (RS) wenigstens annäherungs-
weise konstant bleibt.

7. Verfahren nach Anspruch 5, bei dem die Grenzen, innerhalb
derer die zweite Einschaltdauer variiert, so gewählt sind,
30 dass die mittlere durch das Schaltnetzteil aufgenommene Leis-
tung bei gleichbleibendem Regelsignal Schwankungen von weni-
ger als 1% unterliegt.

8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem
35 die Impulsfolge m erste Einschaltimpulse (P1) jeweils der
ersten Impulsdauer und n zweiten Einschaltimpulse (P2) der
zweiten Impulsdauer umfasst.

9. Verfahren nach Anspruch 8, bei dem $m=2$ und $n=1$ ist.

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, bei dem der Bereich,
5 innerhalb dessen die zweite Impulsdauer durch das Modulationssignal (MS) moduliert wird, zwischen dem 0,3-fachen und dem 0,5-fachen der ersten Impulsdauer beträgt.

11. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem
10 das Modulationssignal (MS) ein zufälliges oder pseudo-zufälliges Signal ist.

12. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem
15 der Bereich, innerhalb dessen die Einschaltdauer des wenigstens einen der Ansteuerimpulse (P_1 , P_2) der wiederkehrenden Impulsfolge, dessen Impulsdauer durch das Modulationssignal moduliert wird, von der maximalen Magnetisierung der Primärspule pro Einschaltvorgang abhängig ist.

20 13. Verfahren nach Anspruch 12, bei dem die Differenz zwischen der ersten und zweiten Impulsdauer gegen Null geht, wenn die Leistungsaufnahme so hoch ist, dass die maximale Magnetisierung (Sättigung) der Primärspule (L_p) erreicht wird.

25 14. Ansteuerschaltung für einen in Reihe zu einer Primärspule (L_p) eines Transformators (Tr) geschalteten Schalter (T_1) in einem freischwingenden Schaltnetzteil, die folgende Merkmale aufweist:

30

- eine erste Eingangsklemme (K_1) zur Zuführung eines die Leistungsaufnahme bestimmenden Regelsignals (RS),

35 - eine zweite Eingangsklemme (K_2) zur Zuführung eines vom Magnetisierungszustand der Primärspule (L_p) abhängigen Magnetisierungssignals (S_{21}),

- eine Ausgangsklemme (AK) zur Bereitstellung eines Ansteuersignals (AS),

5 - eine Signalerzeugungsschaltung (21), der das Magnetisierungssignal (S21) und ein von dem Regelsignal (RS) abhängiges Referenzsignal (S22) zugeführt sind, und die ein eine Folge von Einschaltimpulsen umfassendes Ansteuersignal (AS) bereitstellt, wobei der Beginn eines Einschaltimpulses jeweils durch das Magnetisierungssignal (S21) und die Dauer eines
10 Einschaltimpulses durch das Referenzsignal (S22) vorgegeben ist,

g e k e n n z e i c h n e t durch
eine Referenzsignalerzeugungsschaltung (22), der das Regelsignal (RS) zugeführt ist und die das Referenzsignal (S22)
15 bereitstellt, und die folgende weitere Merkmale aufweist:

- einen Signalgenerator (221), der ein Modulationssignal (MS) bereitstellt,

20

- eine Bewertungsschaltung (222), der das Regelsignal (RS) und das Modulationssignal (MS) zugeführt sind und die ein nach Maßgabe des Modulationssignals bewertetes Regelsignal (S23) bereitstellt,

- einen Umschalter (223), abhängig von dessen Schalterstellung das Regelsignal (RS) oder das bewertete Regelsignal (S23) als Referenzsignal (S22) bereitgestellt wird.

30 15. Ansteuerschaltung nach Anspruch 14, bei der die Referenzsignalerzeugungsschaltung (22) einen den Umschalter (223) ansteuernden Zähler (220) umfasst, der die Ansteuerimpulse des Ansteuersignals (AS) zählt.

35 16. Ansteuerschaltung nach Anspruch 14 oder 15, bei dem die Bewertungsschaltung einen Signalteiler (222) umfasst, dessen Teilverhältnis innerhalb vorgegebener Grenzen durch das Mo-

dulationssignal (MS) eingestellt wird, dem das Regelsignal (RS) zugeführt ist und der einen Signalabgriff aufweist, an dem das bewertete Regelsignal (S23) abgreifbar ist.

Zusammenfassung

Verfahren zur Ansteuerung eines Schalters in einem freischwingenden Schaltnetzteil und Ansteuerschaltung für einen
5 Schalter in einem freischwingenden Schaltnetzteil

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ansteuerung eines in Reihe zu einer Primärspule eines Transformators geschalteten Schalters in einem freischwingenden Schaltnetzteil. Das Verfahren umfasst das Bereitstellen eines Modulationssignals und das Bereitstellen eines Ansteuersignals für
10 den Schalter mit einer wiederkehrenden Impulsfolge, die wenigstens einen ersten Einschaltimpuls einer ersten Impulsdauer und wenigstens einen zweiten Einschaltimpuls einer zweiten
15 Impulsdauer aufweist, wobei die Impulsdauer wenigstens eines der Einschaltimpulse innerhalb eines durch das Regelsignal vorgegebenen Wertebereiches nach Maßgabe des Modulationssignals moduliert wird.

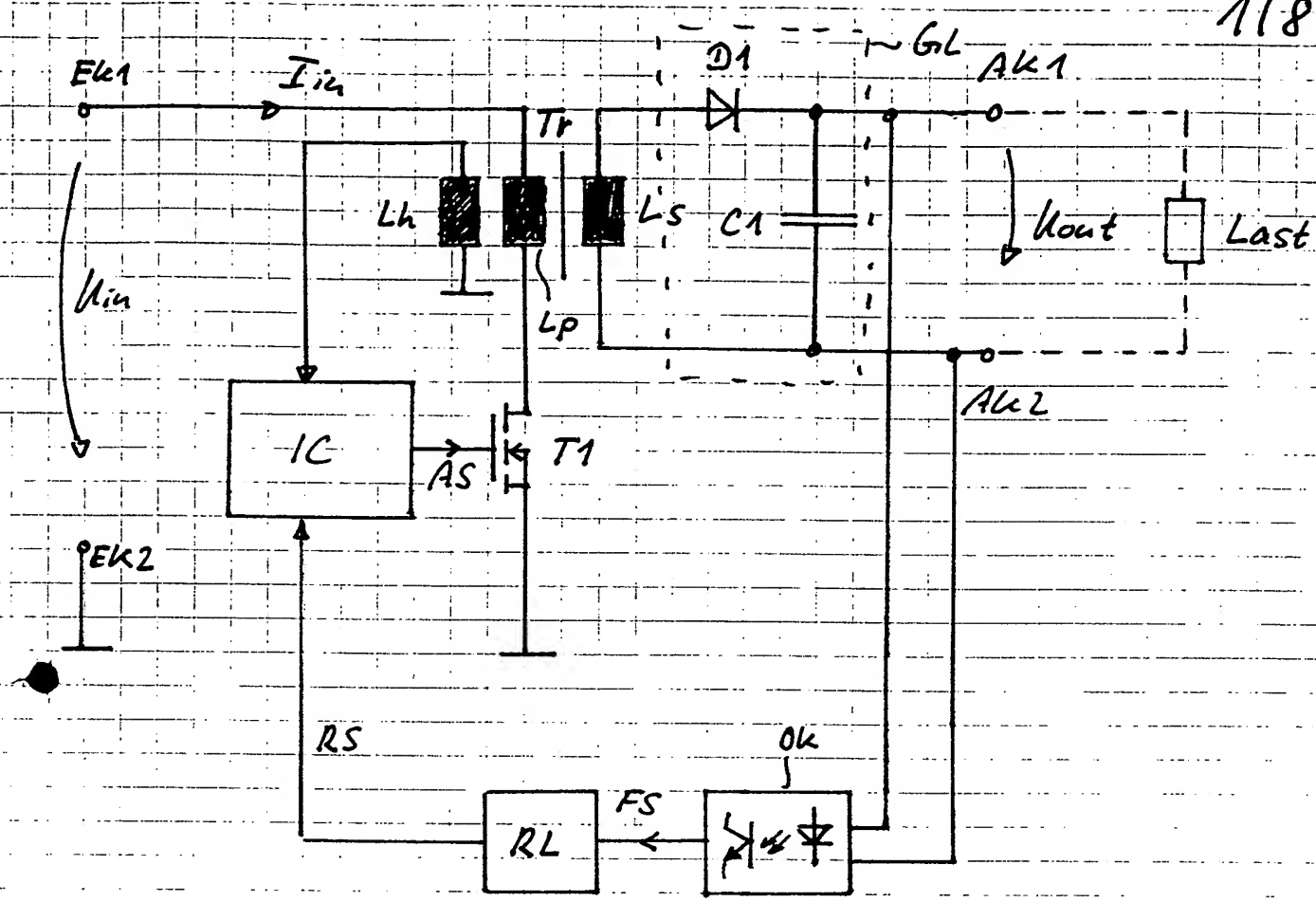


FIG. 1 (Stand der Technik)

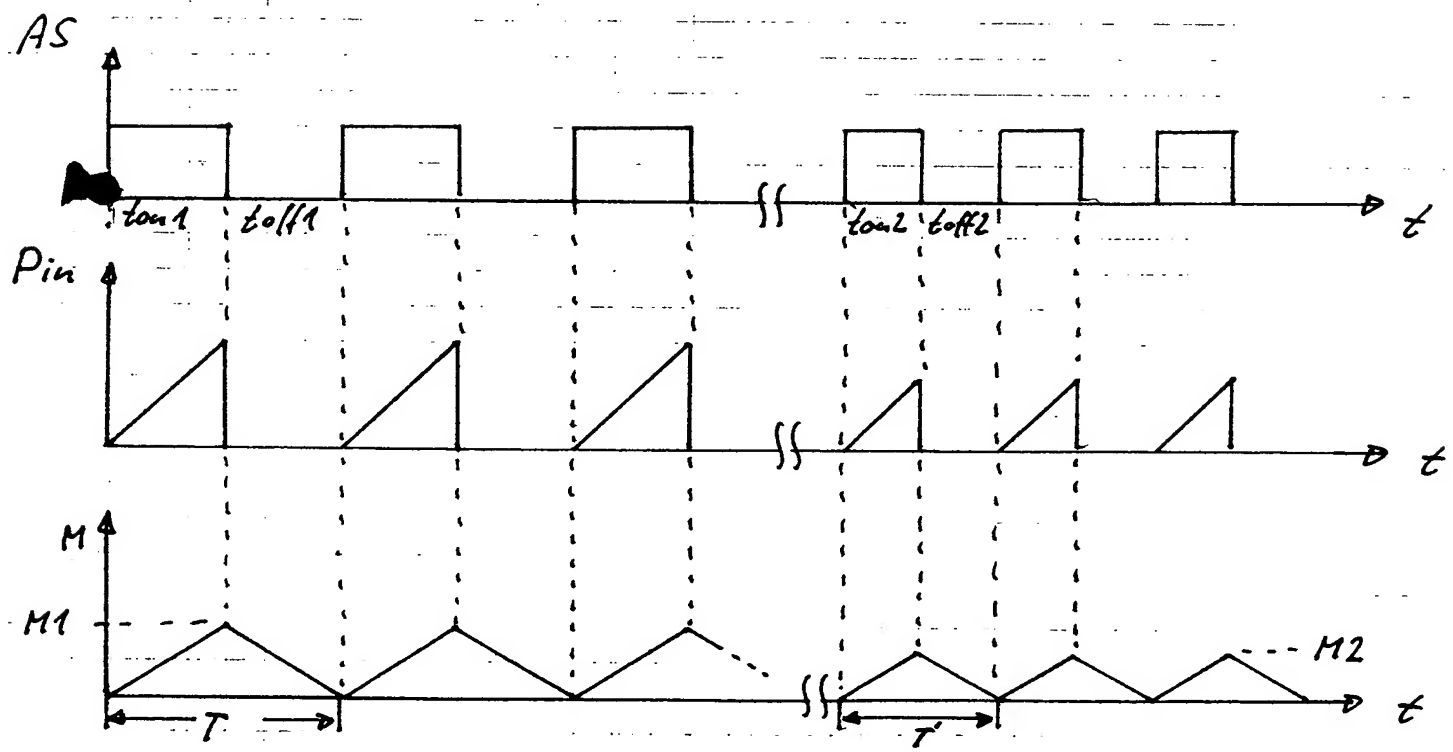


FIG. 2 (Stand der Technik)

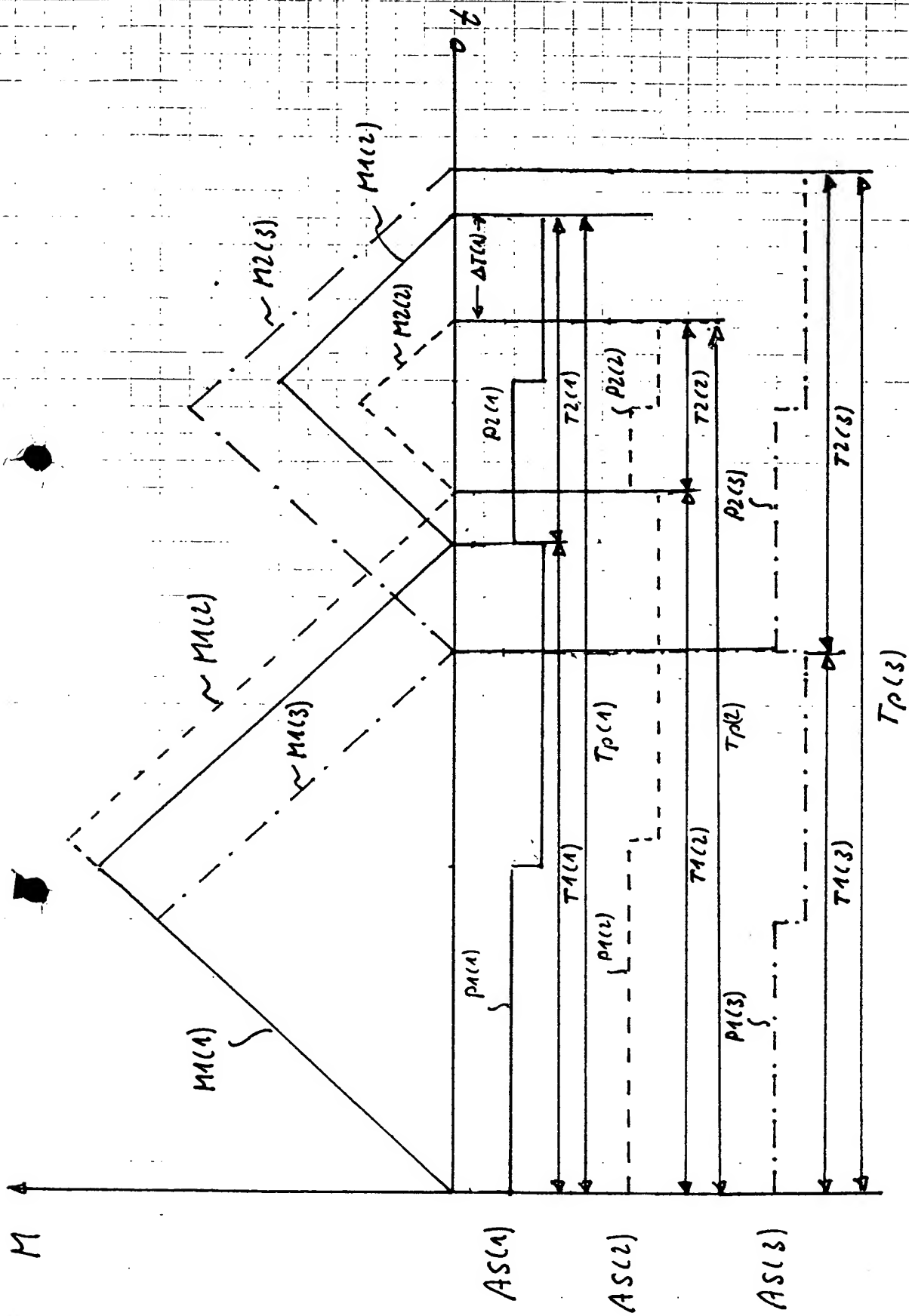
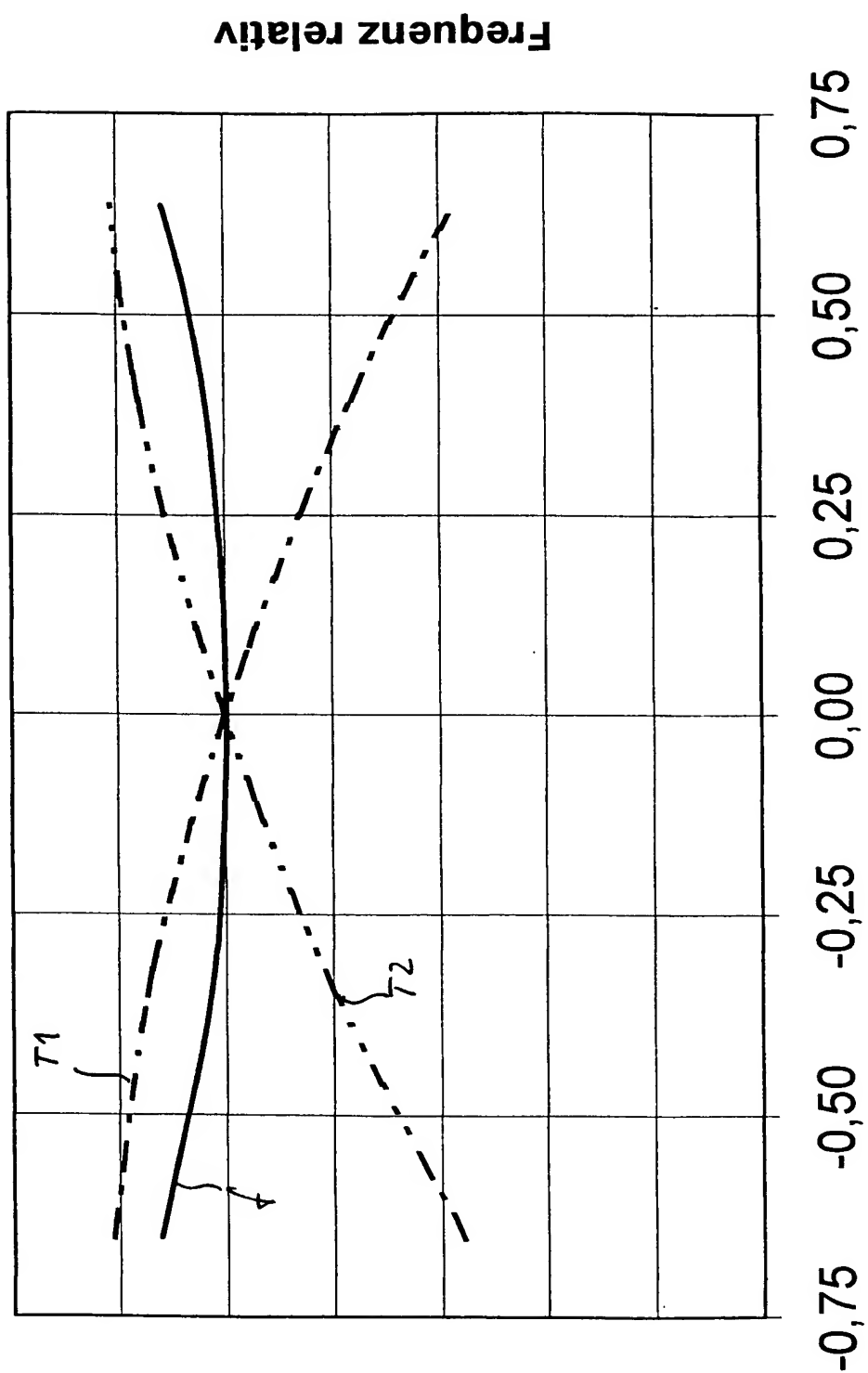


FIG. 3

Fig. 4



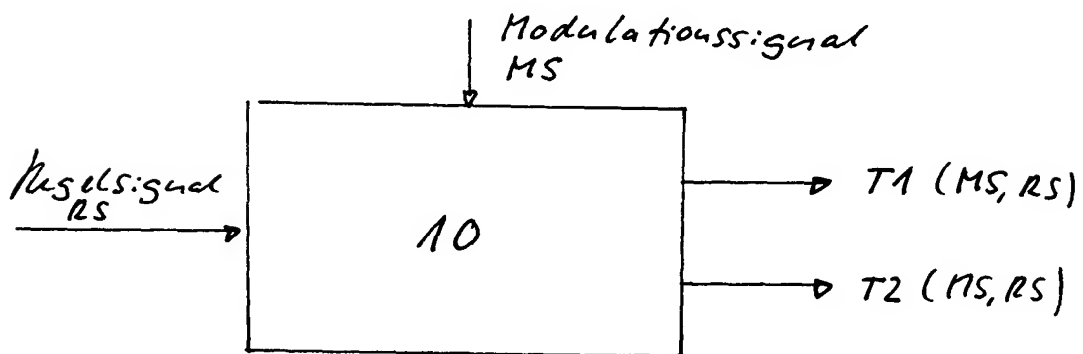
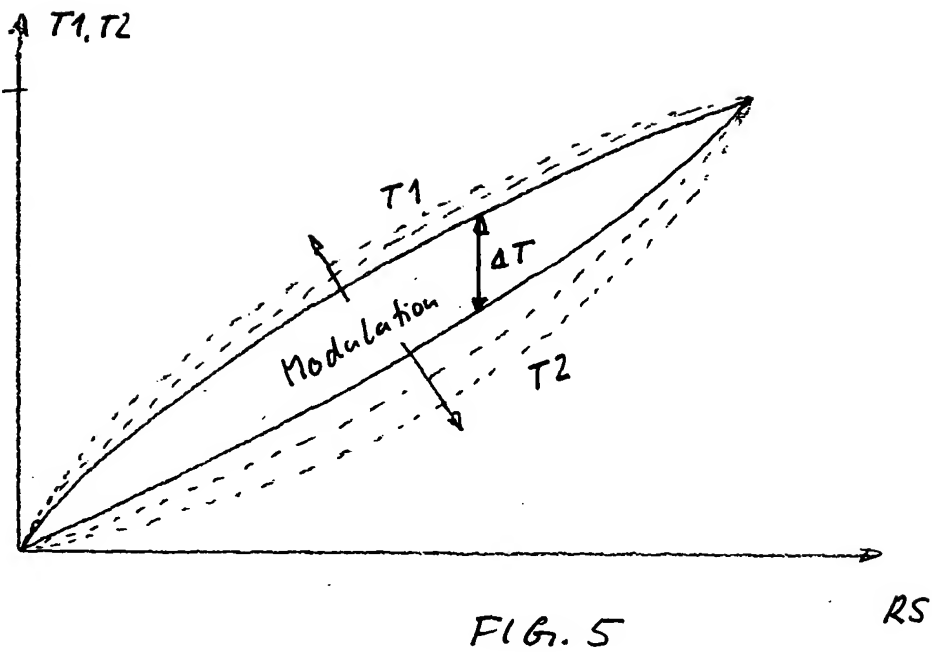


FIG. 6

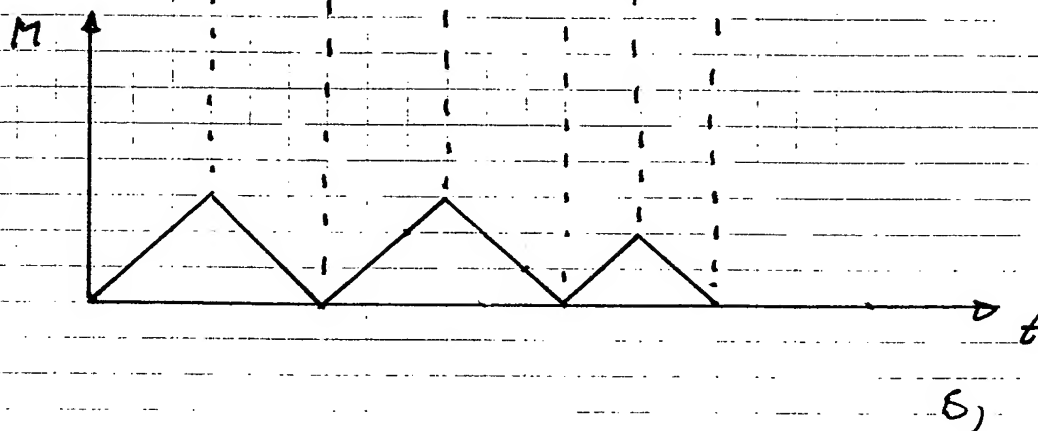
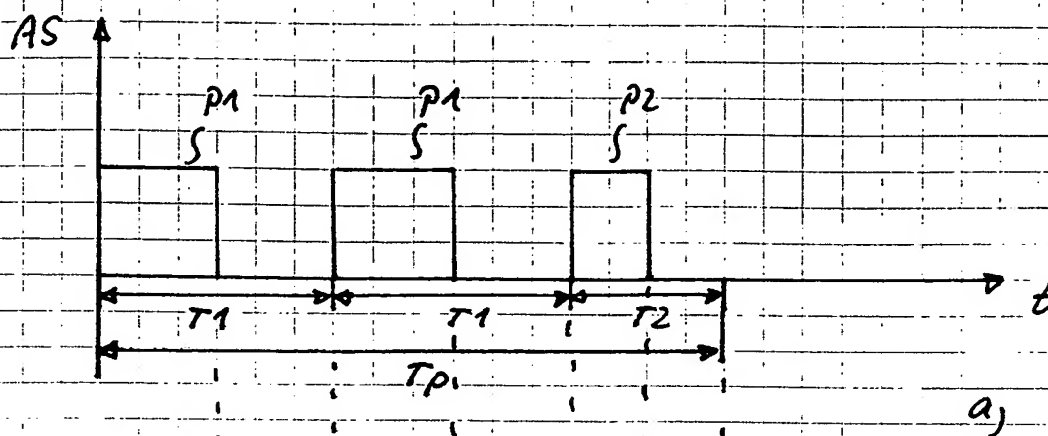


FIG. 7

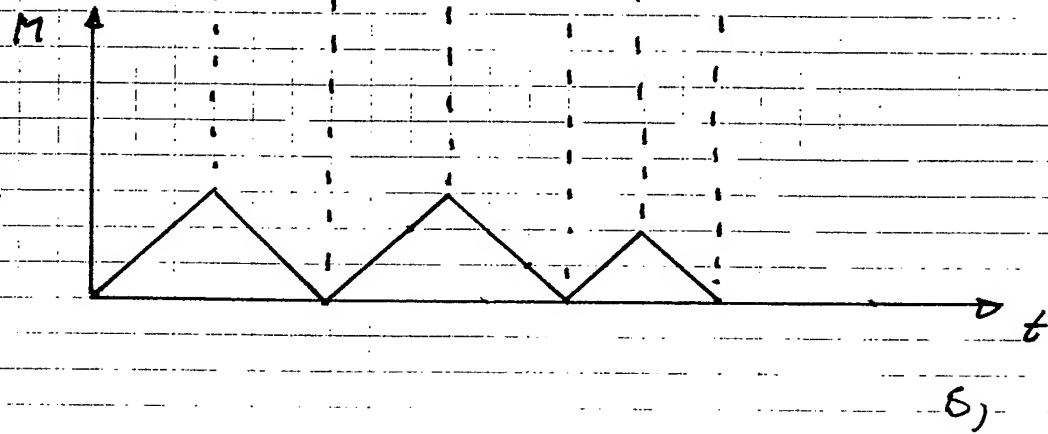
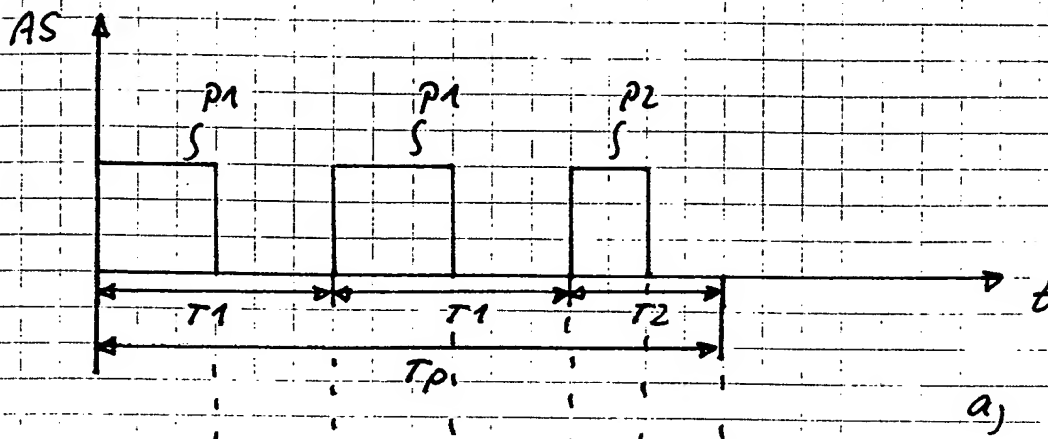


FIG. 7

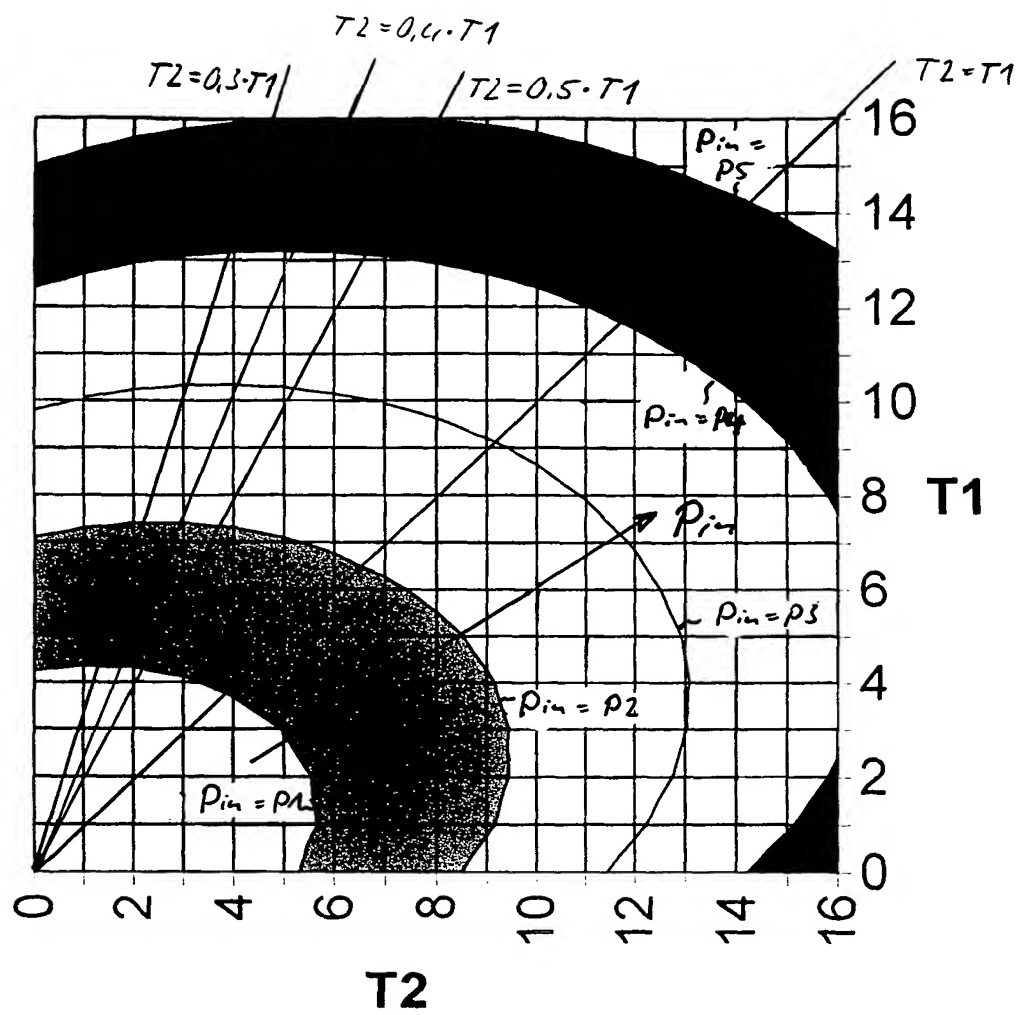


FIG. 8

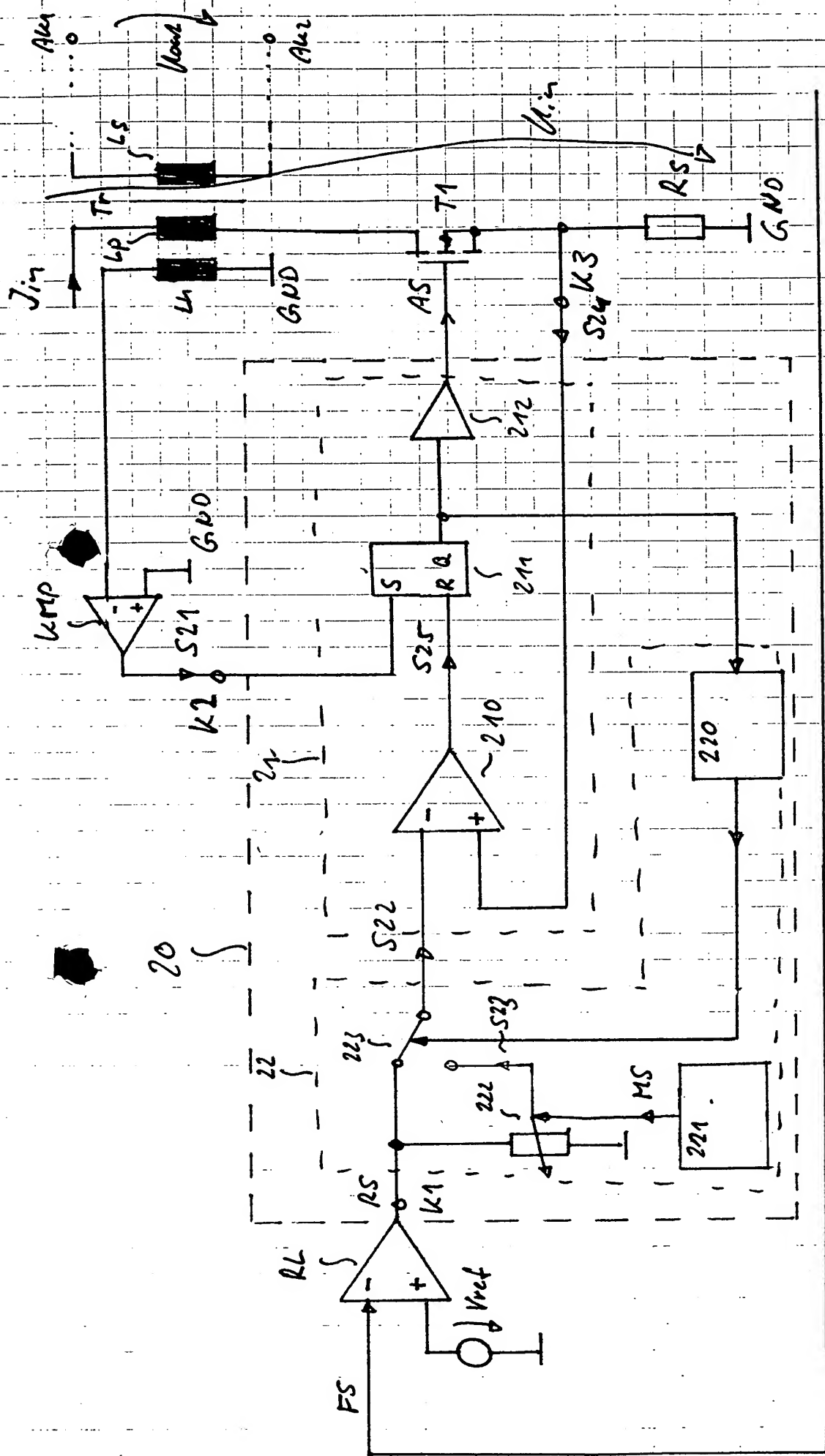


Fig. 9